



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV GEODÉZIE

INSTITUTE OF GEODESY

**VYHOTOVENÍ MAPOVÝCH PODKLADŮ AREÁLU
METRA V BLANSKU - SEVERNÍ ČÁST**

MAPPING SURVEY OF THE LOCALITY AREAL METRA COMPANY IN BLANSKO - NORTH
PART

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Roman Chaloupka

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. MICHAL KURUC, Ph.D.

BRNO 2019



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3646 Geodézie a kartografie
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3646R003 Geodézie a kartografie (N)
Pracoviště	Ústav geodézie

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Roman Chaloupka
Název	Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - severní část
Vedoucí práce	Ing. Michal Kuruc, Ph.D.
Datum zadání	30. 11. 2018
Datum odevzdání	24. 5. 2019

V Brně dne 30. 11. 2018

doc. Ing. Radovan Machotka, Ph.D.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Vyhláška č. 31/1995 Sb., kterou se provádí zákon č. 200/1994 Sb., o zeměměřictví a o změně a doplnění některých zákonů souvisejících s jeho zavedením, v aktuálním znění

Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod, ČÚZK, Praha 2015

ČSN 01 3410 - Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy

ČSN 01 3411 - Mapy velkých měřítek - Kreslení a značky

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

V lokalitě zadané společností Areal Metra a.s. v Blansku, vybudujte a zaměřte síť měřických stanovisek. Uskutečňte měření potřebná pro vyhotovení polohopisného a výškopisného plánu lokality, použijte metodu tachymetrie, případně RTK.

Zpracujte měření s požadovanými přílohami a vyhotovte účelovou mapu lokality v závazném souřadnicovém a výškovém systému.

Navrhněte způsob zpracování mapových podkladů, který by umožňoval k jednotlivým zaměřeným prvkům připojit popisné informace.

STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).

Ing. Michal Kuruc, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá tvorbou mapových podkladů severní části areálu Metra v Blansku formou vyhotovení účelové mapy v měřítku 1:250. Do mapy byly připojeny popisné informace pro jednotlivé prvky. V práci je podrobně popsán postup tvorby měřické sítě, podrobného zaměření, výpočtů, testování přesnosti a tvorba účelové mapy včetně popisných informací.

KLÍČOVÁ SLOVA

Areál Metra, měřická síť, GNSS, polární metoda, účelová mapa, GeoStoreV6[®],
popisné informace

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the creation of map bases in the northern part of the Metra areal in Blansko in the form of a thematic map in a scale 1:250. Descriptive information for each element has been added to the map. The thesis describes in detail the process of creating a measuring network, detailed survey, calculations, testing accuracy and creation of a thematic map including descriptive information.

KEYWORDS

Metra areal, measuring network, polar method, thematic map, GeoStoreV6[®],
description information

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Roman Chaloupka *Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - severní část*. Brno, 2019. 48 s., 3 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav geodézie. Vedoucí práce Ing. Michal Kuruc, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - severní část* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22. 5. 2019

Bc. Roman Chaloupka
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Vyhotovení mapových podkladů areálu Metra v Blansku - severní část* zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22. 5. 2019

Bc. Roman Chaloupka
autor práce

Poděkování:

Předně bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Michalu Kurucovi, Ph.D. za ochotu, poskytnutou spolupráci a odborné rady při tvorbě této diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat kolegovi Tomáši Zubíkovi, za spolupráci při měřických pracích. Děkuji i oponentovi Ing. Jiřímu Hovorkovi za ochotu a čas, který si vyhradil na hodnocení této práce. Poděkování patří i Ing. Pavlu Cimplovi a Ing. Tomáši Jelínkovi za odborné rady při tvorbě v programu GeoStoreV6[®]. Děkuji také zadavateli Kateřině Kučerové, která zastupuje firmu Areal Metra a.s. za spolupráci při jednání o výsledném díle. Na závěr bych chtěl poděkovat svojí rodině za poskytnutou podporu během celého studia.

OBSAH

1.	ÚVOD	8
2.	LOKALITA.....	9
3.	MĚŘICKÉ PRÁCE	11
3.1	Rekognoskace	11
3.2	Použité přístroje a pomůcky	12
3.3	Měřická síť.....	17
3.4	Podrobné měření.....	18
3.4.1	Průběh podrobného měření	18
3.4.2	Metody podrobného měření	20
3.4.3	Kontrolní měření	21
4.	VÝPOČETNÍ PRÁCE	22
4.1	Výpočet a vyrovnaní měřické sítě	22
4.2	Výpočet podrobných bodů.....	26
4.3	Testování přesnosti	28
5.	TVORBA GRAFICKÝCH PŘÍLOH	30
5.1	Vyhotovení účelové mapy	30
5.2	Vyhotovení náčrtu měřické sítě	35
5.3	Revize účelové mapy.....	35
5.4	Výstup účelové mapy	36
6.	PŘIPOJENÍ POPISNÝCH INFORMACÍ.....	40
7.	ZÁVĚR.....	42
8.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	43
9.	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	45
9.1	Seznam obrázků.....	45
9.2	Seznam tabulek.....	46
10.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	47
11.	SEZNAM PŘÍLOH	48

1. ÚVOD

Práce se zabývá polohopisným a výškovým zaměřením areálu Metra v Blansku. Cílem této diplomové práce je vyhotovení mapových podkladů. Mapové podklady jsou vytvořeny v podobě účelové mapy v měřítku 1:250. V následujících kapitolách je popsána lokalita, ve které probíhalo měření, rekognoskace, tvorba měřické sítě, metody podrobného měření, zpracování naměřených dat, tvorba účelové mapy v programu GeoStoreV6[®] a tvorba popisných informací pro prvky v účelové mapě.

Měřickými metodami užitými při tvorbě této práce jsou polární metoda, měření technologií GNSS, ortogonální metoda a konstrukční oměrné. Předmětem zaměření jsou pouze povrchové prvky, včetně nadzemních inženýrských sítí v areálu. Veškeré podrobné měření probíhalo z pomocné měřické sítě, která byla připojena do souřadnicového systému Jednotné trigonometrické sítě katastrální (dále jen S-JTSK) technologií GNSS a do výškového systému Baltského po vyrovnání (dále jen Bpv) prostřednictvím nivelačních bodů ČSNS.

2. LOKALITA

Areál Metra a.s., ve kterém bylo měření prováděno, se nachází v severní části města Blansko (viz obr. 1).

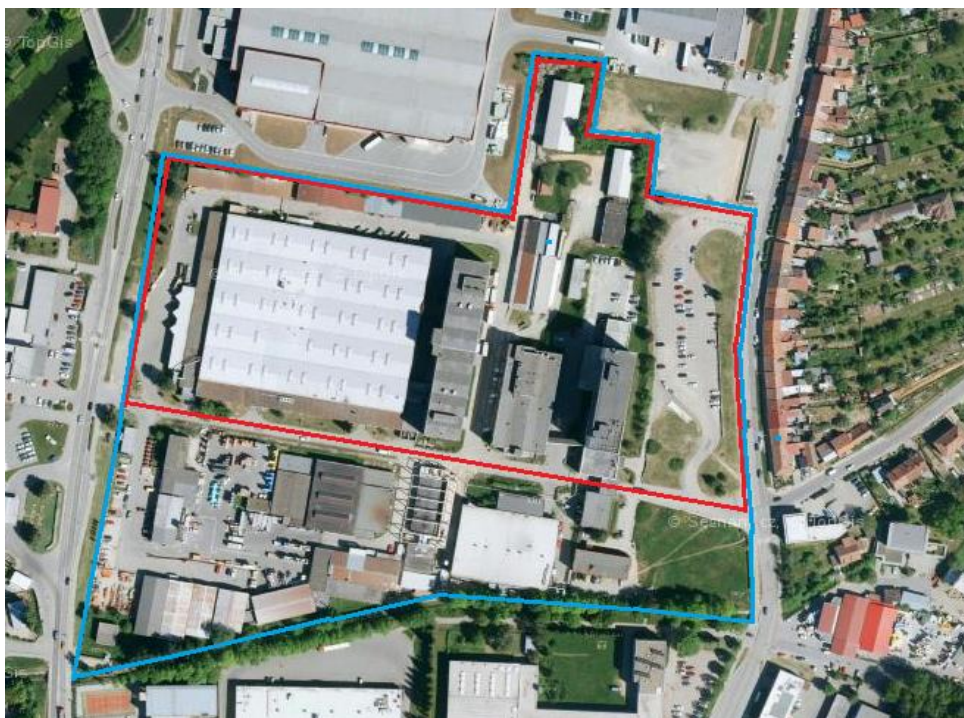
Blansko je okresním městem v Jihomoravském kraji, ležící v údolí řeky Svitavy přibližně 20 km severně od Brna. Převážná část města se nachází ve svahu nad levým břehem řeky, přičemž nadmořská výška jeho centra činí 276 m n. m. První zmínka o městu pochází již z roku 1141, avšak městem jako takovým se stal až v roce 1905, kdy jej do tohoto stavu povýšil císař František Josef I. Blansko je okresním městem od roku 1949 a leží na železniční trati Brno-Česká Třebová a bývá považováno za turistickou bránu do oblasti Moravského krasu. [1]



Obr. 1 Lokalizace areálu Metra (na mapě světle modře)

[Zdroj podkladu: <http://sgi-nahlizeniidokn.cuzk.cz>]

Areál Metra a.s. je společnost dříve nesoucí obchodní název METRA BLANSKO a.s. V současné době je hlavní činností společnosti pronájem nebytových prostor umístěných v tomto areálu. [2] Rozloha celého areálu činí 8 ha a jeho severní část, která je předmětem této práce, má rozlohu přibližně 5 ha (viz obr. 2). Vstup do areálu Metra se nachází podél silnice vedoucí z Blanska do Horní Lhoty viz obr. 3. Areál je v soukromém vlastnictví a pro veřejnost nepřístupný.



*Obr. 2 Znáznornění zájmové lokality: celý areál-modře, severní část-červeně
[Zdroj podkladu: Mapy.cz]*



Obr. 3 Vstupní brána do areálu Metra

3. MĚŘICKÉ PRÁCE

3.1 Rekognoskace

Při plánování zeměměřických prací je nutné se nejprve seznámit s danou lokalitou, zjistit charakter území a rozlišit druh a hustotu zástavby v intravilánu, hustotu porostu a způsobu využití v extravilánu, způsob využití pozemků, sklonitost terénu apod. Tyto skutečnosti zásadním způsobem ovlivňují volbu měřických metod a metody určení souřadnic nových bodů. [3]

Rekognoskace lokality proběhla dne 15.6. 2018 společně s vedoucím práce a správkyňí areálu. Její součástí bylo stanovení rozsahu zaměřovaného území, konzultace majetkoprávních vztahů v areálu a následná prohlídka celého území s upřesněním zájmových objektů k zaměření (viz obr. 4 a 5.)



Obr. 4 Součástí zaměření byly zejména povrchové sítě v areálu



Obr. 5 Některé objekty bylo nutné z důvodu bezpečnosti zaměřit s využitím bezhranolového režimu

3.2 Použité přístroje a pomůcky

Pro měřické práce při budování sítě a podrobného měření bylo využito několika přístrojů a pomůcek. Před zahájením měřických prací bylo nutné provést rozbor přesnosti před měřením, aby bylo možné zajistit, že použité přístroje budou splňovat nároky na přesnost pro měření bodů ve 3. třídě přesnosti dle ČSN 01 3410. Touto normou se stanovuje, že přesnost výsledků tvorby a údržby mapy se stanovuje pomocí charakteristik přesnosti a kritérií přesnosti. Dosažení této stanovené přesnosti je ověřováno testováním výsledků tvorby a údržby mapy vzhledem k daným kritériím přesnosti (viz tabulka č.1). [4]

Tab. 1 Kritéria přesnosti dle ČSN 01 3410

Třída přesnosti	u_{XY} [m]	u_H [m]	u_v [m]
1	0,04	0,03	0,30
2	0,06	0,07	0,40
3	0,14	0,12	0,50
4	0,26	0,18	0,80
5	0,50	0,35	1,50

Pro dosažení výsledné přesnosti mapového díla je nutné zjistit požadavky na přesnost polohových a výškových souřadnic při podrobném měření. Norma však dále stanovuje, že přesnost výsledných souřadnic a výšek podrobných bodů mapy je dána přesností určení souřadnic a výšek použitých bodů geometrického základu a přesností určení souřadnic a výšek podrobných bodů mapy. Ta se vyjadřuje ve vztahu k nejbližším bodům podrobného bodového pole např. základního bodového pole. [4] Vzhledem ke skutečnosti, že měřická síť byla do polohového souřadnicového systému připojena technologií GNSS je potřeba zvolit takovou metodu, která bude odpovídat požadovanému kritériu přesnosti, tj. 3 třídě přesnosti dle uvedené normy. Pro budování měřické sítě a měření několika podrobných bodů byla zvolena metoda RTK, tedy kinematická v reálném čase, jejíž střední souřadnicová chyba se pohybuje v rozmezí 1 až 1,5 cm. [5]

Dalším předmětem řešení byl požadavek na přesnost měřených veličin při provádění podrobného měření polární metodou. Pro splnění požadavku na přesnost měření byla zvolena totální stanice Trimble M3, která disponuje rozlišovací schopností

měřit vodorovné i zenitové úhly na desetiny gradové vteřiny a délky na desetiny milimetrů, což značně převyšuje požadavky na výslednou přesnost souřadnic podrobných bodů. Dalším důvodem použití byla předchozí zkušenost při měření s tímto přístrojem.

Pro připojení měřické sítě a podrobných bodů do výškového systému byla zvolena, s ohledem na požadovanou přesnost výškových souřadnic, metoda technické nivelace.

GNSS přijímač Trimble R4

GNSS přijímač Trimble R4 (viz obr. 6) byl využit pro připojení měřické sítě do závazného souřadnicového systému S-JTSK a také pro měření podrobných bodů.

Parametry přístroje:

- GNSS čip se 72 kanály pro příjem
- možnost přijímat signál na frekvencích L1 a L2, a to z družic systémů GNSS i GLONASS
- přesnost při měření metodou RTK v poloze: $\pm (10 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$
ve výšce: $\pm (20 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$ [6]



Obr. 6 Trimble R4

GNSS přijímač Trimble R6

GNSS přijímač Trimble R6 (viz obr. 7) byl použit k ověření dosažení přesnosti určení souřadnic podrobných bodů.

Parametry přístroje:

- GNSS čip se 220 kanály pro příjem
- možnost přijímat signál na několika frekvencích, a to z družic systémů GNSS, GLONASS, SBAS, Galileo a BeiDou
- přesnost při měření metodou RTK v poloze: $\pm (8 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$
ve výšce: $\pm (15 \text{ mm} + 1 \text{ ppm} \cdot D)$ [7]



Obr. 7 GNSS přijímač Trimble R6 s dotykovým ovladačem

Totální stanice Trimble M3 DR 2''

Totální stanice Trimble M3 (viz obr. 8) byla využita zejména pro podrobné měření a také pro měření směrů a délek v měřické síti za účelem jejího vyrovnání v kombinaci terestrického a družicového měření. Přístroj obsahuje dvouosý kompenzátor s kapalino-elektronickou detekcí, který značně urychluje horizontaci, optickou centraci a také bezhranový mód měření délek. Při provádění měření s totální stanicí byly použity další pomůcky, jmenovitě odrazný hranol na výtyčce, dřevěný stativ a svinovací metr.

Parametry přístroje:

- dosah dálkoměru v hranolovém módu: 3000 m
v módu bez hranolu: 270 m
- přesnost měření délek v hranolovém módu: $\pm (2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \cdot D)$
v módu bez hranolu: $\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \cdot D)$
- přesnost měření Hz a Z úhlů: 2'' (0,5 mgon)
- zvětšení dalekohledu 30x, s minimální zaostřovací vzdáleností 1,5 m
- rozsah kompenzátoru: $\pm 3,5'$

- 2 x USB port pro import/export dat [8]



Obr. 8 Totální stanice Trimble M3 na stativu

Nivelační přístroje Nedo F24 a GP 20B

Nivelační přístroje Nedo F24 a GP 20B (viz obr. 9 a 10) byly použity k výškovému připojení měřické sítě do systému Bpv a k ověření připojovacích bodů výškového bodového pole. U obou přístrojů byla před měřením provedena zkouška sklonu záměrné přímky. Výsledek zkoušky nivelačních přístrojů je součástí nivelačních zápisníků v příloze č. 4.2. Oba nivelační přístroje splňují předepsanou přesnost pro měření metodou technické nivelace.

Parametry přístroje Nedo F24:

- zvětšení dalekohledu 24x
- střední kilometrová chyba 2 mm/km
- minimální záměra 65 cm
- magneticky tlumený kompenzátor pro práci v obtížných podmínkách [9]



Obr. 9 Nivelační přístroj Nedo F24

Parametry přístroje GP 20B:

- zvětšení dalekohledu 20x
- střední kilometrová chyba 2,5 mm/km
- vybaven kompenzátořem [10]



Obr. 10 Nivelační přístroj GP 20B

Vedle uvedených měřických přístrojů bylo při podrobném měření využito ocelové pásmo v pouzdře o délce 20 m a svinovací metr. Při měření technickou nivelací byla použita nivelační teleskopická lať o délce 3 m, nivelační podložka a hliníkový stativ pro nivelační přístroje.

3.3 Měřická síť

Vzhledem k charakteristikám areálu a ke skutečnosti, že body základního bodového pole byly ve velké vzdálenosti od areálu, nebo byly v jeho blízkosti zrušeny, byla jako vhodnější metoda pro polohové připojení zvolena tvorba měřické sítě pomocí technologie GNSS. Měřická síť je polohově připojena do souřadnicového systému S-JTSK. Před vlastním měřením sítě technologií GNSS bylo provedeno ověření polohového připojení prostřednictvím kontrolního zaměření zhušťovacího bodu s číslem 000000934252080 vzdáleným přibližně 500 m od lokality. Při měření byl interval záznamu nastaven na 1 s, přičemž observace probíhala na každém bodě po dobu 20 s. Bylo provedeno i nezávislé měření s více než hodinovým odstupem. Síť bylo z důvodu frekventovanosti vhodné budovat takovým způsobem, aby nijak neomezovala provoz areálu. Po skončení měření sítě bylo opět provedeno kontrolní zaměření zhušťovacího bodu.

Pro tvorbu sítě bylo celkem stabilizováno 39 bodů, z nichž bylo 35 určeno technologií GNSS a 4 body byly z důvodu husté zástavby a nemožnému družicovému měření určeny pomocí rajónu. Všechny body sítě byly stabilizovány měřickými hřebíky (viz obr. 11). Budování měřické sítě probíhalo v průběhu celého podrobného měření v závislosti na požadované viditelnosti zaměřovaných prvků. Bod 4002 byl během měřických prací zničen a v jeho blízkosti nahrazen bodem 4020. Měřická síť byla vytvořena v rozsahu celé lokality firmy, tj. i v jeho jižní části, která byla zpracována kolegou Bc. Tomášem Zubíkem.



Obr. 11 Stabilizace bodu sítě měřickým hřebem (foto T. Zubík)

Výškové připojení měřické sítě do systému Bpv bylo provedeno obousměrnou geometrickou nivelací ze středu, s kritériem přesnosti pro technickou nivelaci, včetně ověření mezi sousedními body výškového bodového pole, tj. mezi body K_{j3}-48 a K_{j3}-49. Rozdíl průměrného převýšení ověřovacího měření a hodnoty převýšení vypočtené z databáze bodových polí mezi těmito danými body je roven 1 mm. Nivelace probíhala ve dnech 13. – 15.1. 2019.

3.4 Podrobné měření

3.4.1 Průběh podrobného měření

Podrobné zaměření lokality probíhalo v několika fázích s ohledem na provoz areálu, který byl značně závislý na denní době a dnech v týdnu. Největším problémem bylo omezení viditelnosti mezi body měřické sítě, které byly využívány jako orientace na stanoviscích, z důvodu proměnlivého umístění překážek jako byly např. nákladní automobily při nakládání materiálu apod. Z těchto nepředvídatelných důvodů bylo na některých ze stanovisek sítě nutné měřit opakovaně.

První podrobné měření probíhalo ve dnech 24. – 25.9. 2018, při kterém bylo využito technologie GNSS s intervalem měření podrobných bodů 1 s a délkou observace 5 s (viz obr. 12). Zaměřeny byly zejména body ve východní části areálu ležící na cestě před vstupem a v oblasti parkoviště na severovýchodě lokality.



Obr. 12 Ukázka podrobného měření technologií GNSS

Hlavní metodou užívanou při podrobném měření byla polární metoda, při které byla použita totální stanice. Před měřením bylo nutné zavést atmosférické korekce do měřených délek v závislosti na teplotě a tlaku okolí a také správné nastavení součtové

konstanty. Vzhledem k tomu že součástí účelové mapy je i výškopis, bylo nutné měřit na každém stanovisku výšku přístroje a nastavit správně výšku odrazného hranolu na výtyčce. Výtyčky disponují nástavcem, který umožňuje korigovat umístění hranolu vůči stupnici. Proto byla provedena korekce výšky odrazného hranolu, uvedené na stupnici výtyčky, na skutečnou hodnotu pomocí svinovacího metru. Na každém stanovisku byly měřeny směry a délky alespoň na dva známé body sítě, a to ve dvou polohách dalekohledu. Podrobné měření probíhalo v jedné poloze dalekohledu. Zapisník podrobného měření lze nalézt v příloze č. 4.2. Měřický náčrt v průběhu měření nebyl veden, jelikož bylo použito vlastního kódování podrobných bodů (viz tab. 2). Při měření byla pořízena podrobná fotodokumentace, která usnadnila tvorbu účelové mapy.

Tab. 2 Seznam kódů použitých při měření

Označení	Význam
BK	Budova kovová
BZ	Budova zděná
C	Cesta – pro dopravu jiná než živice
CD	Cedule místní
DZ	Dopravní značka
H	Hrana terénu
HUP	Hlavní uzávěr plynu
HYN	Hydrant nadzemní
HYP	Hydrant podzemní
KL	Klimatizace, vzduchotechnika
KNN	Kanalizace dešťová nadzemní
LAM	Lampa
M	Most
OR	Ostatní rozhraní – betonové bloky apod.
OTP	Orientační tyč - plyn
OTV	Orientační tyč - voda
P	Pata terénu
PDZ	Podezdívka
PL	Plot
PLYN	Plynové potrubí
POT	Potrubí a produktovody
PRIS	Priska elektrická
R	Rozhraní kultur
S	Silnice
SA	Šachta – pravidelná kulatá nebo čtvercová
SAO	Šachta – atypická obdélníková
SCH	Schody
SL	Sloup kovový
SLB	Sloup betonový
SOP	Šoupě plynové
SOV	Šoupě vodovodní
STJ	Strom jehličnatý

STL	Strom listnatý
STR	Stříška – nad vstupy apod.
T	Terén
VP	Vpust
VRT	Vrtaná sonda
VS	Vstup
ZAB	Zábradlí
ZAV	Závora
ZP	Zpevněná plocha

Harmonogram průběhu podrobného měření (pouze severní části):

- 28.9. 2018 – Podrobné měření na stanovisku 4001
- 30.9. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4002 a 4017
- 3.10. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4010, 4011 a 4012
- 13.10. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4003, 4015, 4016 a 4020
- 17.10. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4008 a 4009
- 19.10. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4006 a 4007
- 22.10. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4010, 4021 a 4022
- 2.11. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4013 a 4014
- 9.11. 2018 – Podrobné měření na stanoviscích 4005 a 4006
- 19.11. 2018 – Podrobné měření na stanovisku 4025
- 30.11. 2018 – Podrobné měření na stanovisku 4026
- 10.1. 2019 – Podrobné měření na volném stanovisku 5003 a stanovisku 4013
- 11.1. 2019 – Podrobné měření na stanovisku 4034, 4033
- 3. – 5.5. 2019 – Závěrečná rekognoskace a kontrolní měření

3.4.2 Metody podrobného měření

Polární metodou získáme polohu podrobného bodu měřením úhlu mezi daným a určeným bodem a šikmé délky. Při měření některých výstupků a rohů budov a jiných objektů, jako například lampy, dopravní značky, sloupy apod. bylo nutné použít odsazení horizontálního úhlu k zajištění správnosti polohy bodu. V některých případech bylo aplikováno délkové odsazení, zejména u prvků, u nichž nebyla viditelnost možná, fungující na principu polárního doměrku a kolmice, které totální stanice do měřených hodnot započte.

Vstupy do jedné z budov byly zaměřeny za použití ortogonální metody. V tomto případě se podrobné body zaměřují pravoúhlými souřadnicemi, tj. staničením a kolmicí

k měřické přímce, přičemž staničením se rozumí délka měřenou od počátku po měřické přímce a kolmicí se rozumí délka kolmá mezi měřickou přímkou a určeným bodem. [11]. Určované body ležely přímo na přímce, kterou tvořila stěna budovy, mezi dvěma známými body a nebyla tak potřeba měřit délky na kolmicích k měřické přímce, ale pouze délky staničení, které byly měřeny ocelovým pásmem v pouzdře.

Pro kontrolu rozměrů některých objektů, jako například skříně hlavních uzávěrů plynů, elektrických rozvodných skříní, klimatizací bylo využito svinovacího metru.

V jednom případě byla aplikována i metoda konstrukčních oměrných pro zaměření schodů vpuštěných do terasy, která byla součástí budovy. Při této metodě jsou dány dva body, uvádějící se jako první a poslední bod záznamu. Oměrná míra má záporné znaménko, pokud leží nalevo ve směru postupu. Obecně se metoda užívá pro zaměřování pravoúhlých výstupků budov. Tímto způsobem lze určit maximálně 8 podrobných bodů, přičemž délka výstupku nesmí překročit 5 m. [12]



Obr. 13 Ukázka podrobného měření polární metodou

3.4.3 Kontrolní měření

Při dokončování tvorby účelové mapy bylo v rámci závěrečné rekognoskace realizováno kontrolní měření, kterým se ověřuje, zda dosažené výsledky vyhovují daným kritériím přesnosti stanovené třídy přesnosti.

Součástí kontroly měření bylo provedení ověření dosažení přesnosti souřadnic podrobných bodů dle ČSN 01 3410. Tato norma stanovuje, že podrobné body mají být jednoznačně identifikovatelné, tvoří reprezentativní výběr, jsou rozmístěny po celém území a nezahrnují body umístěné v bezprostřední blízkosti bodů bodového pole, které byly pro tvorbu nebo údržbu mapy použity. Rozsah reprezentativního výběru by měl zahrnovat nejméně 100 podrobných bodů (u souřadnic a výšek) nebo 100 dvojic bodů (u délek jejich spojníc). [4]

Pro účely této práce bylo užito nezávislého kontrolního měření pomocí technologie GNSS u těch podrobných bodů, které byly měřeny polární metodou ze stanovisek měřické sítě. Celkem bylo kontrolně zaměřeno 116 podrobných bodů. Předmětem kontrolního měření byly zejména šoupata, šachty, rohy obručníků a betonových objektů. Testování přesnosti polohových souřadnic X, Y a výškových souřadnic H podrobných bodů je podrobněji popsáno v kapitole 4.3.

4. VÝPOČETNÍ PRÁCE

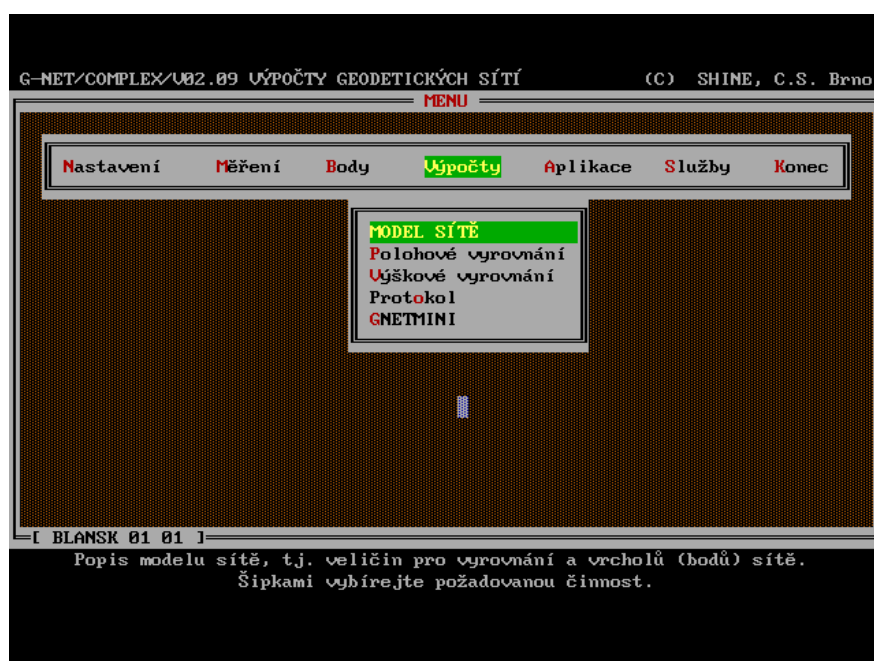
Nedílnou součástí při vyhotovování účelové mapy je výpočet souřadnic bodů měřické sítě a podrobných bodů. Před výpočtem je potřeba vyřešit export naměřených dat z totální stanice a GNSS aparatury. Totální stanice Trimble M3 disponuje USB rozhraním a lze tak jednoduše přenést měřená data na přenosný disk. Měřená data z GNSS aparatury pak byla stahována pomocí rozhraní Bluetooth. Data ve formě zápisníku měření se z totální stanice přenášela bez zavedení měřítkového koeficientu, ten byl zaveden až při samotném výpočtu. Z aparatury GNSS byl vyexportován kompletní protokol o měření (viz příloha č. 4.1) a protokol průměrných hodnot souřadnic měřické sítě.

Výpočty souřadnic bodů měřické sítě proběhly v programu G-Net a podrobné body byly vypočteny v programu GeoStoreV6[®], ve kterém probíhala i tvorba účelové mapy.

4.1 Výpočet a vyrovnání měřické sítě

Prvním krokem zpracování naměřených dat byl výpočet a vyrovnání souřadnic bodů měřické sítě. Vyrovnáním rozumíme výpočetní postup, který je určen k rozdělení oprav na měřené hodnoty při nadbytečném počtu pozorování, jehož provedení se řídí určitým pravidlem např. metodou nejmenších čtverců. [13]

Pro výpočet a vyrovnání byl jako nejvhodnější použit program G-Net verze 02. Přestože je tento software staršího typu a vyžaduje pro spuštění MS-DOS, který lze dnes spolehlivě nahradit pomocí volně dostupných emulátorů, umožňuje velmi snadné a komplexní zpracování měřených hodnot. Za jeho vznikem stojí Ing. Svatopluk Sedláček, který stojí i za vznikem softwaru běžně používaného v katastru nemovitostí, kterým je VKM. G-Net obsahuje několik rozšíření a nabízí množství úloh potřebných ke geodetickým výpočtům, editacím a analýzám, popř. i grafické zobrazení dat (viz obr. 14) [14]



Obr. 14 Ukázka uživatelského rozhraní programu G-Net

Před zahájením výpočtů byla provedena úprava zápisníku ve smyslu extrakce měřených hodnot pouze v rámci měřické sítě. Po spuštění aplikace G-Net bylo nejprve nutné založit zakázku s názvem lokality a nastavit přibližné souřadnice v místě měření pro výpočet měřítkového koeficientu. Důležité je také nastavení vlastností, ve kterém se editují apriorní přesnosti včetně zadání přesnosti přístroje uvedené výrobcem, typ měřených délek, jednotky a další nastavení výpočtu a importovaných dat (viz obr. 15). G-Net umožňuje také editaci a přidání dalších výpočetních vztahů. Pro účely této práce byly editovány vztahy pro výpočet přesnosti centrace cíle, poněvadž standardně je nastavena pro použití trojpodstavcové soupravy, která při měření v síti použita nebyla, poněvadž bylo cíleno pouze na hranol na výtyčce. Vliv přesnosti centrace cíle a přístroje na měřené směry a délky by tak neodpovídala skutečnosti, a proto byla apriorní přesnost volena benevolentněji s hodnotou 5 mm.

L:BLANSK E:01 S:01 Ulastnosti: STANDARD Uztahy: STANDARD

Zápisník a jeho zpracování	Vyrovnaní polohové	Vyrovnaní výškové
Ext. formát: Mapa2	Uvaž přesnost DB: Ne	Uvaž přesnost DB: Ne
Impl. kódy: +G-E	Uřadit váz. vel: Ano	Uřadit váz. vel: Ano
Zdroj bodů pro PBPP: G-NET:,e,s	Mez počtu nadbyt: 20	Mez počtu nadbyt: 15
Zdroj bodů pro dávku: G-NET:,e,<s	Hlad.1 (test m0): 5.0	Hlad.1 (test m0): 5.0
Implic. typ délky: 2	Test 1 (test m0): Ano	Test 1 (test m0): Ano
Implic. tř. přesnosti: 3	Hlad.2 (test mxy): 5.0	Hlad.3 (test v): 5.0
Implic. sk. číslo: 0	Test 2 (třída př.): Ano	Spec informace: Ano
Technologie: 0	Hlad.3 (test v): 5.0	Legenda: Ano
Typ výšk. úhlu: 0	Spec informace: Ano	Zhodnocení: Ano
Povinná výška cíle: Ne	Uyluč or.pos.: Ne	Potlačit dané: Ne
Počítat MXYZ: Ano	Test přesnosti: Ano	
Uvaž refrakci na délky: Ano	Legenda: Ano	Zobrazení údajů
Uvaž výšku pro délky: Ano	Zhodnocení: Ano	DesYX: 3
Kart. korekce délky: Ano	Potlačit dané: Ne	DesZ: 3
Uvaž refrakci na výšky: Ano	MXY[1]: 0.02	DesD: 3
Konstanty pro odvození: MDABS=2 MDKM=2 MSME=0.0	MXY[2]: 0.04	DesU: 4
	MXY[3]: 0.06	PorYX: YX
	MXY[4]: 0.10	Úh. jedn: Grad
	MXY[5]: 0.15	

Zadání konstant pro určení apr. stř. chyb veličin. <F2> pomůže.
Pohyb v okně f4+e, <Enter> Potvrzení volby. <F10> Pomocné menu
<CtrlEnter> Uložení zadaných hodnot. <Esc> Konec bez uložení.

Obr. 15 Ukázka možností nastavení v programu G-Net

Následně proběhl import zápisníku ve formátu Mapa2 a seznamu souřadnic bodů měřické sítě určené technologií GNSS. Poté byl proveden výpočet zápisníku, při kterém bylo zpracováno měření v obou polohách, provedena oprava indexové a kolimační chyby, redukce směrů, zpracování opakovaných měření a zpracování obousměrně měřených délek a převýšení. Souřadnice sítě z GNSS aparatury byly v tomto případě považovány za přibližné. Dále bylo provedeno polohové vyrovnaní sítě, přičemž výsledné souřadnice byly vypočteny z vyrovnaných hodnot měřených směrů a délek. Aby byla zachována vnitřní přesnost sítě a nebyla tak zatížena chybami z RTK, byla síť vyrovnaná jako volná. Výhodou vyrovnaní v softwaru G-Net oproti vyrovnaní v GeoStoreV6[®] je, že poskytuje komplexnější údaje o aposteriorních přesnostech a také údaje o statistickém testování např. informace o dodržení mezních hodnot oprav měřených veličin.

Výškové vyrovnaní bylo provedeno z dat měřených technickou nivelací. Při vyrovnaní byl bod výškového bodového pole KJ3-48 nastaven jako fixní. Apriorní přesnost střední chyby jedné měřené sestavy byla volena, s ohledem na metodu technické nivelace, hodnotou 2 mm. Výsledné protokoly o polohovém a výškovém vyrovnaní jsou součástí přílohy č. 4.3.

Vyrovnané polohové a výškové souřadnice byly vypočteny s o řád vyšší přesností, než je potřeba k tvorbě mapových podkladů, tj. jsou uvedeny s přesností na

milimetry, což odpovídá přesnosti měření v terénu, přičemž pro tvorbu účelové mapy byly zaokrouhleny na centimetry (viz tab. 3.)

Přestože součástí této práce je zpracování severní části areálu, jehož jižní část je zpracována kolegou Bc. Tomášem Zubíkem, byla měřická síť s ohledem na vazby mezi jednotlivými body sítě vyrovnána jako celek. Bod 4039 byl zbudován při závěrečné rekognoskaci a nebyl tak součástí vyrovnání.

Tab. 3 Souřadnice bodů měřické sítě použité pro severní část areálu

Číslo bodu	Y [m]	X [m]	H_{Bpv} [m]
605018000014001	593 362,06	1 141 529,67	283,88
605018000014002	593 392,88	1 141 512,18	282,25
605018000014003	593 451,00	1 141 502,20	278,24
605018000014004	593 494,73	1 141 540,51	278,11
605018000014005	593 479,83	1 141 487,29	277,72
605018000014006	593 606,51	1 141 457,69	276,43
605018000014007	593 608,73	1 141 399,14	276,65
605018000014008	593 574,14	1 141 338,36	277,56
605018000014009	593 528,19	1 141 353,19	277,33
605018000014010	593 453,99	1 141 374,72	277,55
605018000014011	593 412,91	1 141 380,87	277,65
605018000014012	593 401,79	1 141 333,05	280,61
605018000014013	593 364,18	1 141 356,15	282,52
605018000014014	593 396,25	1 141 426,58	279,26
605018000014015	593 388,07	1 141 434,41	282,54
605018000014016	593 353,94	1 141 398,82	284,00
605018000014017	593 343,14	1 141 429,72	286,45
605018000014018	593 288,33	1 141 544,47	287,00
605018000014019	593 387,20	1 141 551,55	283,49
605018000014020	593 392,78	1 141 512,21	282,26
605018000014021	593 468,23	1 141 447,95	277,73
605018000014022	593 454,58	1 141 408,69	277,76
605018000014023	593 635,57	1 141 489,02	276,62
605018000014025	593 648,70	1 141 430,32	276,99
605018000014026	593 555,07	1 141 464,50	277,06
605018000014027	593 671,97	1 141 596,18	277,15
605018000014033	593 354,41	1 141 300,74	285,81
605018000014034	593 340,86	1 141 331,02	286,02
605018000014039	593 370,50	1 141 409,43	285,65

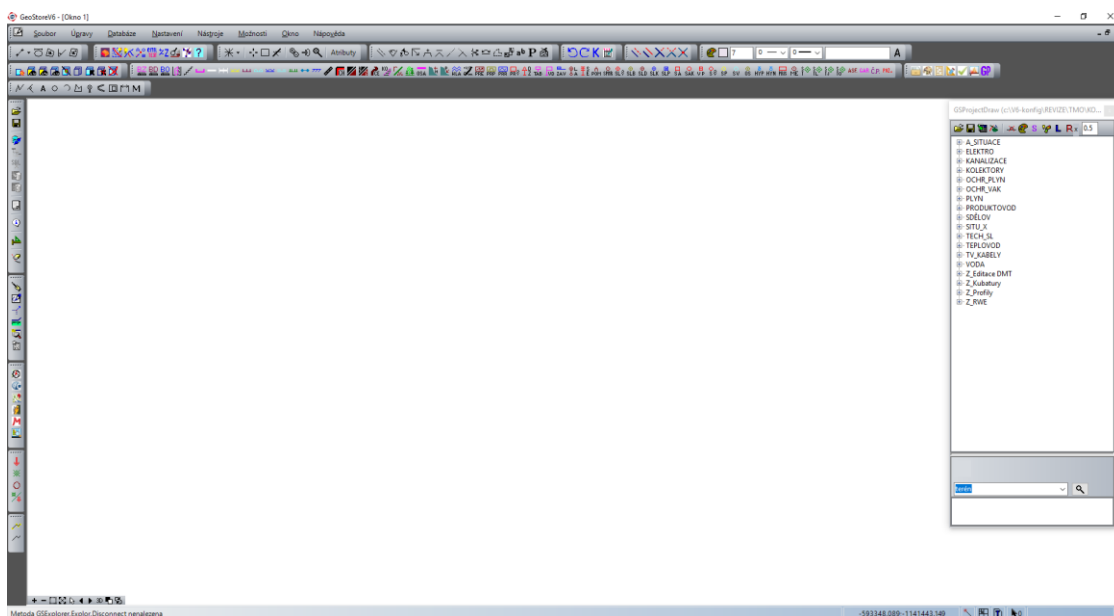
4.2 Výpočet podrobných bodů

Výpočty souřadnic podrobných bodů probíhaly ve víceúčelovém programu GeoStoreV6®.

Program GeoStoreV6® byl vyvinut firmou GEOVAP s. r. o., která vznikla v roce 1991 a již od svých počátků se věnuje vývoji softwarů a poskytování služeb v oblastech agend veřejné správy, document managementu, GIS, pokročilému zpracování grafických dat, technologii smart grid a průmyslové automatizaci. [15]

GeoStoreV6® je profesionálním CAD/GIS softwarem, který v sobě spojuje nejdůležitější funkce pro tvorbu, správu a aktualizaci geografických dat s pokročilými funkcemi GIS. Slouží jako grafický editor s plnou paletou editačních funkcí, které lze nalézt u dalších obvyklých CAD nástrojů, nebo jako pokročilý GIS systém. [16]

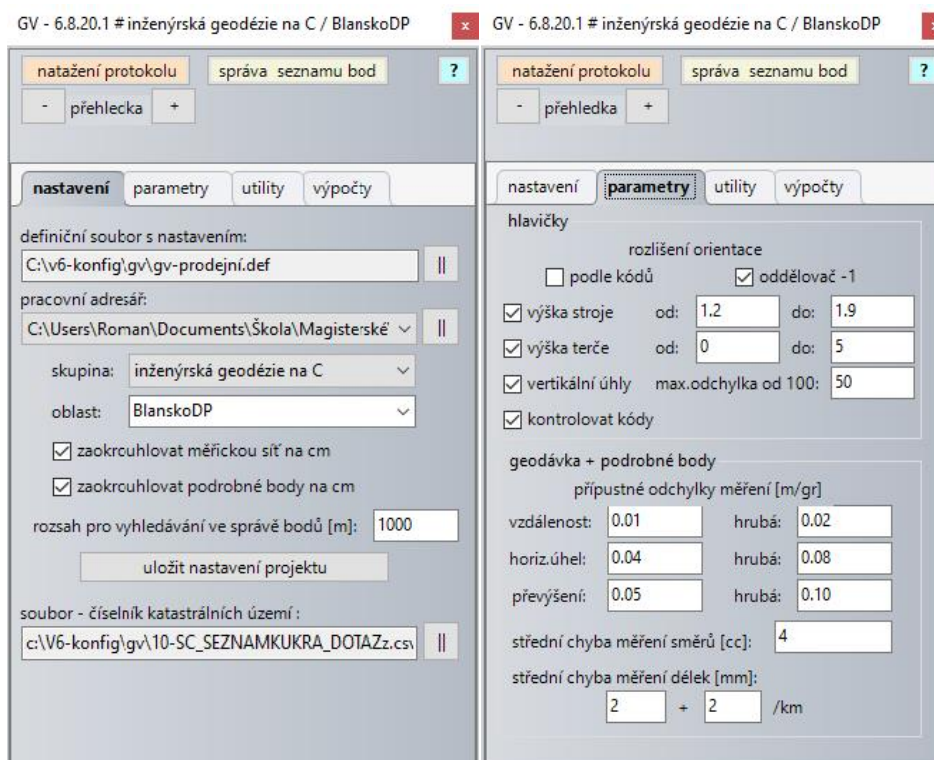
GeoStoreV6® je nabízen formou několika aplikačních modulů, a to v závislosti na typu zpracovávaných dat. Mezi hlavní moduly lze zařadit V6-GP, kterým lze snadno řešit úlohy pro katastr nemovitostí, V6-IG, jenž byl použit pro tuto práci, je vhodným řešením pro aplikace z oblasti inženýrské geodézie a také tvorbu účelových map, a dále také V6-3D, kterým lze řešit zpracování digitálních modelů terénu nebo mračna bodů. Vedle těchto modulů nabízí také rozšiřující nástroje, umožňující například čtení a ukládání do DWG formátů.



Obr. 16 Ukázka prostředí programu GeoStore V6

Vzhledem ke skutečnosti, že měření probíhalo v jižní a severní části areálu střídavě a výsledná mapová dokumentace bude objednateli odevzdána jako celek, nebylo provedeno přečíslování podrobných bodů podle těchto částí. Zároveň bylo také překročeno počtu 3999 podrobných bodů, a proto vzniklo i další číslo záznamu podrobného měření změn.

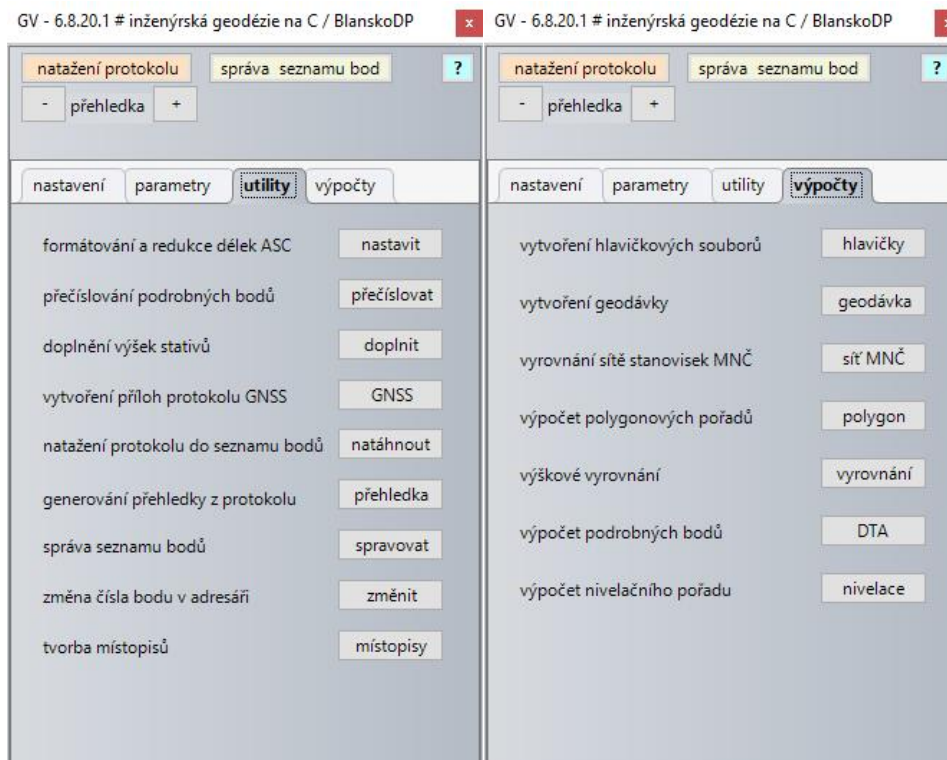
Před výpočtem podrobných bodů bylo nutné provést správné nastavení parametrů. K tomuto účelu slouží modul *GV výpočty*, který je součástí programu GeoStoreV6®. Nejprve je potřeba založit v záložce nastavení pracovní adresář a založit si novou oblast pro zakázku, případně lze nastavit zaokrouhlování vypočtených bodů na cm, což bylo pro tvorbu této práce použito. Dále je možné nastavit parametry při výpočtu, kde lze nastavit přípustné odchylky měření, přičemž pokud je překročena hrubá odchylka, pak nebude výpočet proveden. Je zde i možnost zadat údaje o vnitřní přesnosti použitého přístroje (viz obr. 17).



Obr. 17 Ukázka nastavení zakázky a volby parametrů

V záložce utility byla provedena pomocí funkce *nastavit* redukce délek zápisníku měření ze zobrazení do S-JTSK na základě zadání přibližných souřadnic v oblasti. Funkce *natáhnout* pak sloužila k importu souřadnic bodů měřické sítě, ze kterých bude proveden výpočet podrobného měření. Posledním krokem bylo v záložce pro výpočty funkcí DTA provést výpočet podrobných bodů (viz obr. 18). Výpočet

probíhá posloupně po měřených stanoviscích, kde se postupně potvrzuje výpočet, a pokud dojde k překročení hrubých odchylek lze snadno odhalit, na kterém stanovisku došlo k hrubé chybě. Program také automaticky přepočítává šikmé délky ze zápisníku na vodorovné.



Obr. 18 Ukázka možností záložek utility a výpočtů

Po provedení výpočtu podrobného měření je možné natáhnout body podrobného měření do výkresu. Tento postup bude popsán v kapitole 5., týkající se tvorby účelové mapy. Protokol o výpočtu polární metody je uveden v příloze č. 4.3.

4.3 Testování přesnosti

Přesnost výsledné mapy je nutné ověřit pomocí nezávislého kontrolního zaměření vybraných jednoznačně identifikovatelných podrobných bodů. Testování přesnosti bylo provedeno pro kritérium 3. třídy přesnosti dle ČSN 01 3410. Testovány byly přesnosti polohových souřadnic X, Y a výškových souřadnic H.

Testování přesnosti polohových souřadnic

K testování přesnosti souřadnic X, Y podrobných bodů výběru jsou vypočteny rozdíly výsledných souřadnic a souřadnic z kontrolního měření.

$$\Delta X = X_m - X_k \qquad \Delta Y = Y_m - Y_k \qquad (1)$$

Dosažení stanovené přesnosti je testováno pomocí výběrové směrodatné odchylky S_{XY} . Ta je vypočtena jako kvadratický průměr směrodatných odchylek jednotlivých souřadnic S_X a S_Y , které jsou určeny z výběru o počtu N bodů, tj. počtu kontrolních bodů.

$$S_X = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta X_{j=1}^N} \quad S_Y = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta Y_{j=1}^N} \quad (2)$$

Protože kontrolní určení bylo provedeno přibližně se stejnou přesností jako metoda měření polohopisu, je hodnota koeficientu k rovna 2 pro 116 kontrolních bodů.

Přesnost určení souřadnic se považuje za vyhovující, jestliže:

a) polohové odchylky Δp vypočtené jako

$$\Delta p = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2} \quad (3)$$

vyhovují kritériu

$$|\Delta p| \leq 1,7 u_{XY} \quad (4)$$

Kde u_{XY} je rovno 0,14 m pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410

b) lze přijmout statistickou hypotézu, že výběr odpovídá stanovené třídě přesnosti, resp. výběrová směrodatná odchylka S_{XY} vypočtená jako:

$$S_{XY} = \sqrt{\frac{1}{2} (S_X^2 + S_Y^2)} \quad (5)$$

vyhovuje kritériu

$$S_{XY} \leq \omega_{2N} \cdot u_{XY} \quad (6)$$

Koeficient ω_{2N} je volen hodnotou 1,1 při hladině významnosti $\alpha = 5 \%$ pro výběr o rozsahu N od 100 do 300 bodů. [4] Provedené testování polohových souřadnic pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410 vyhovuje pro všech 116 kontrolně měřených podrobných bodů. Testování přesnosti polohových souřadnic je součástí přílohy č. 4.5.

Testování přesnosti výškových souřadnic

K testování přesnosti výšek H podrobných bodů výběru jsou vypočteny rozdíly výsledných výšek a výšek z kontrolního měření.

$$\Delta H = H_m - H_k \quad (7)$$

Dosažení stanovené přesnosti je testováno pomocí výběrové směrodatné odchylky S_H vypočtené jako:

$$S_H = \sqrt{\frac{1}{k \cdot N} \sum_{j=1}^N \Delta H_j^2} \quad (8)$$

Kde koeficient k je roven s ohledem na přesnost kontrolního měření hodnotou 2 a N je rovno počtu kontrolních bodů.

Přesnost určení výšek podrobných bodů se považuje za vyhovující, jestliže:

a) hodnoty rozdílů výšek ΔH vyhovují kritériu

$$|\Delta H| \leq 2u_H \cdot \sqrt{k} \quad (9)$$

Kde u_H je rovno 0,12 m pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410.

b) lze přijmout statistickou hypotézu, že výběr odpovídá stanovené třídě přesnosti, resp. výběrová směrodatná odchylka S_H vyhovuje kritériu [4]

$$S_H \leq \omega_N \cdot u_H \quad (10)$$

Provedené testování výškových souřadnic pro 3. třídu přesnosti dle ČSN 01 3410 vyhovuje pro všech 116 kontrolně měřených podrobných bodů. Testování přesnosti výšek je součástí přílohy č. 4.5.

5. TVORBA GRAFICKÝCH PŘÍLOH

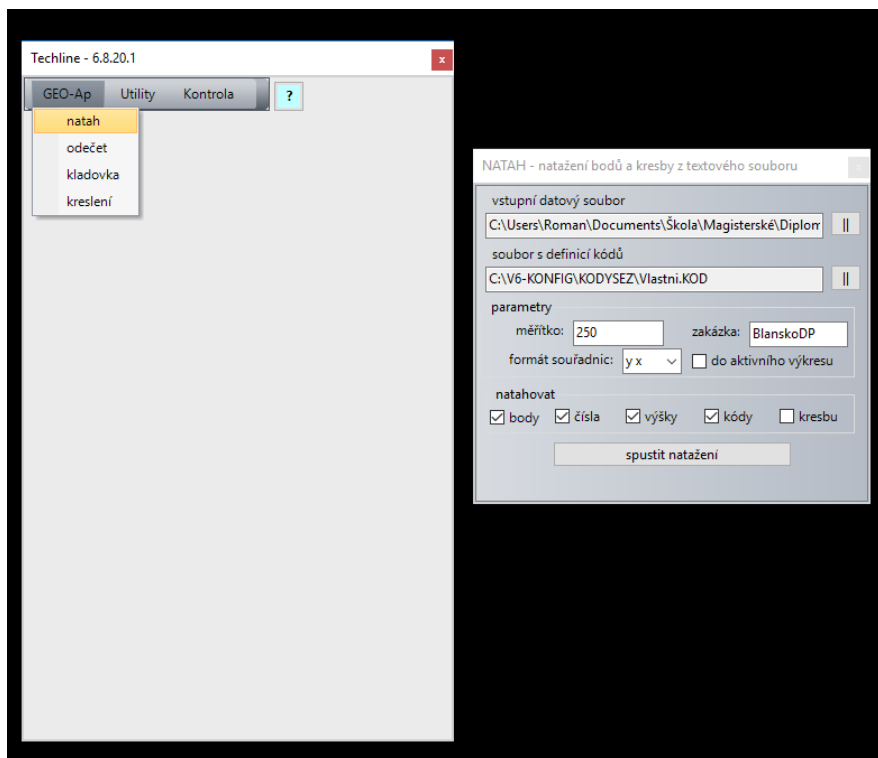
Hlavním grafickým výstupem diplomové práce je účelová mapa v měřítku 1:250. Vedle ní je další součástí práce i přehledný náčrt měřické sítě v měřítku 1:1000. Účelová mapa byla vyhotovena v programu GeoStoreV6®-IG, který je k její tvorbě vhodným řešením. Přehledný náčrt měřické sítě byl vytvořen v modulu GeoStoreV6®-GP. V této kapitole bude stručně popsán postup při vyhotovení mapy, náčrtu, kontroly mapy a výstup, který je součástí této práce.

5.1 Vyhotovení účelové mapy

Před zahájením vlastní tvorby mapy byl proveden import souřadnic podrobných bodů, a to jak vypočtených ze zápisníku, tak i měřených technologií GNSS. Možnost importu souřadnic GeoStoreV6® nabízí pomocí modulu *Techline* (viz obr. 19). Pro import souřadnic byla použita funkce *natah*, kde je potřeba definovat vstupní datový soubor, kterým byl v tomto případě seznam souřadnic v textovém souboru ve formátu DTA. Dále lze nastavit i soubor s definicí kódů, který umožňuje automatické vykreslení prvků podle kódování podrobných bodů v terénu. Soubor s definicemi kódů je možné editovat, popř. i vytvořit vlastní. Pro účely této práce však nebylo automatického kreslení využito.

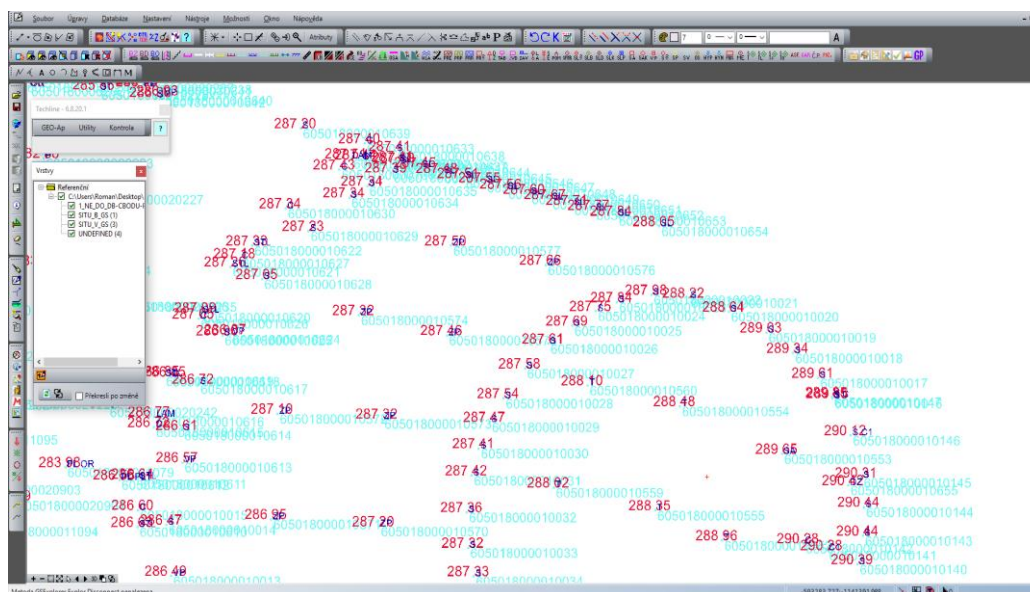
Dalšími možnostmi jsou nastavení měřítka, kterému by odpovídaly vykreslené buňky a linie, formát importovaných souřadnic, eventuálně prvky, které chceme ve

výkresu zobrazit. Podrobné body lze i vkládat do aktivního výkresu nebo pouze referenčně připojit.



Obr. 19 Ukázka modulu Techline

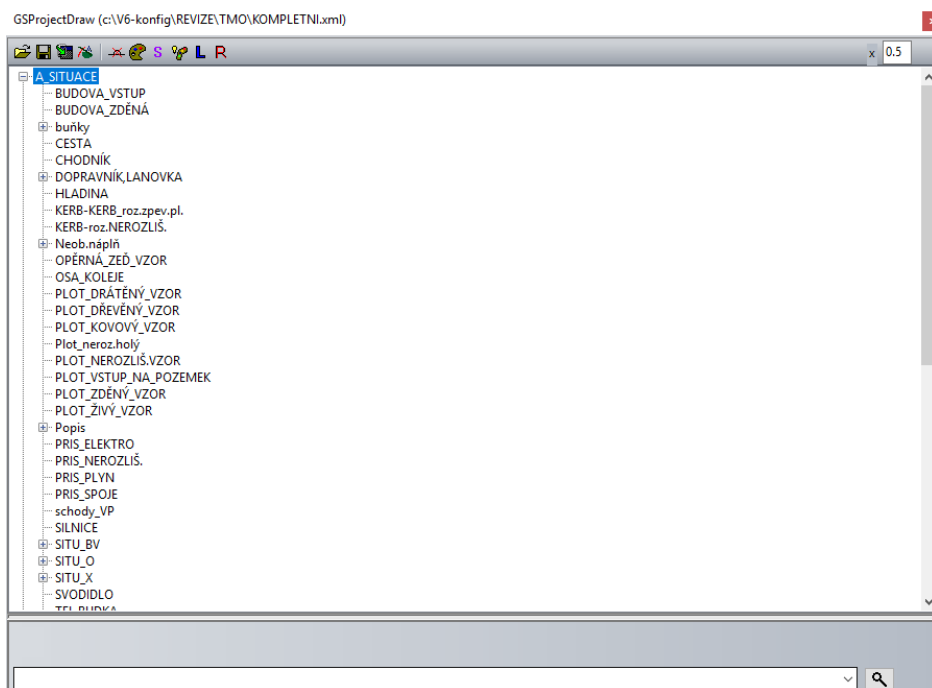
Po provedení importu se ve výkresu zobrazily bodové buňky, představující polohu bodu, čísla bodů, výšky bodů a použité kódy (viz obr. 20). Tyto prvky jsou zobrazeny v jednotlivých vrstvách a lze je pro usnadnění kresby libovolně vypínat.



Obr. 20 Ukázka importovaných podrobných bodů

Obecně je doporučeno importované prvky posléze připojit do aktivního výkresu, čímž zajistíme správnou funkčnost některých funkcí jako je např. pohled ve 3D okně.

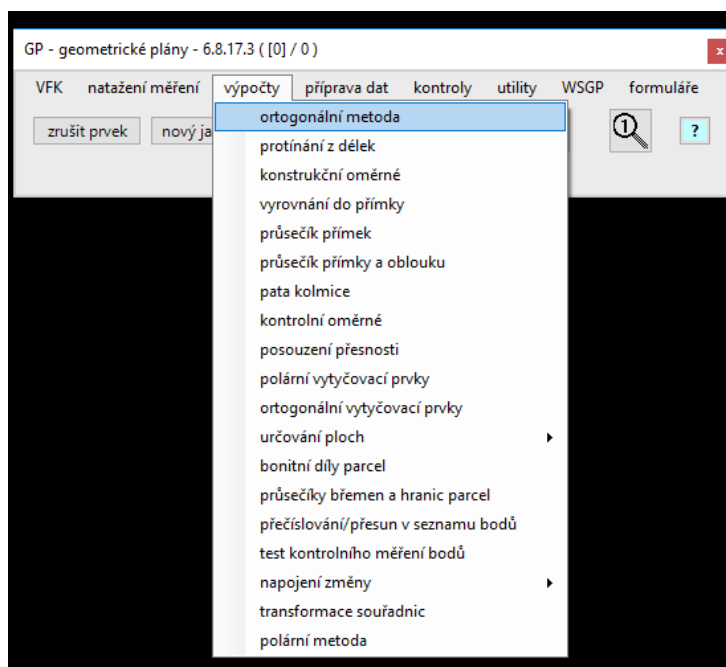
Kresba mapy se provádí pomocí funkce *Project Draw*, která je jednou z předností tohoto programu. Obsahuje totiž velmi rozsáhlou datovou strukturu linií, buněk a dalších prvků, které jsou používány pro tvorbu účelových map a dalších typů grafických dokumentací zejména pak pro dokumentaci inženýrských sítí (viz obr. 21). Tyto předem definované mapové značky a prvky pro kreslení odpovídají státní normě ČSN 01 3411 Mapy velkých měřítek – Kreslení a značky. V případě potřeby dalších mapových značek lze jednoduše vytvořit nové, a to jednoduchým editováním textového souboru definujícím všechny atributy buněk a linií ve struktuře. Snadným způsobem lze také nastavit měřítko v němž jsou prvky vykreslovány. K tomuto účelu složí nastavení hodnoty měřítka, která je po spuštění nastavena na hodnotu 1, což platí pro kreslení v měřítku 1:500, které je defaultním měřítkem pro kreslení v modulu IG. Pro účely této práce byla hodnota měřítka nastavena na hodnotu 0.5, odpovídající požadovanému výslednému měřítku 1:250.



Obr. 21 Datová struktura linií a buněk ve funkci *Project Draw*

Velkou výhodou softwaru je i zakomponování geodetických výpočtů v průběhu kreslení, které jsou primárně součástí modulu GP, ale lze je použít i v modulu IG. Při tvorbě lze dopočítat a do kresby připojit podrobné body určené jinou než polární metodou (viz obr. 22). Tato funkce byla vhodným řešením pro výpočet souřadnic

pomocí úlohy konstrukčních oměrných a ortogonální metody. Výhodou je také, že veškeré provedené výpočty jsou protokolovány včetně informace o dosažených a mezních odchylkách. Protokoly o výpočtu lze nalézt v příloze č. 4.3.



Obr. 22 Geodetické výpočty v modulu GP

GeoStoreV6[®] nabízí také plnou paletu úloh pro kreslení a editace kreslených prvků podobně jako v běžně užívaných CAD systémech. Velmi užitečnou funkcí je zobrazení ve 3D okně. Tato funkce zobrazí kresbu ve vedlejším okně v trojrozměrném prostoru, a je tímto způsobem možné odhalit chyby ve výškách podrobných bodů, které jsou k nim v kresbě přiřazeny.

Kresba polohopisných prvků v mapě z větší části probíhala v datové struktuře primárně určené ke znázornění povrchových jevů. Některé prvky však v této knihovně pro požadovaný účel chybí, a tudíž bylo potřeba vytvořit vlastní mapovou značku. Byla například vytvořena značka pro rozlišení orientačních sloupků vodovodů a plynovodů, poněvadž ve výchozím nastavení je možné znázornit orientační sloupky pouze jedním typem značky. Nadzemní plynovody, linie nadzemní kanalizace a produktovody byly kresleny v jiných datových strukturách, předem definovaných dle charakteristik těchto vybraných objektů. V rámci datové struktury pro produktovody byly vytvořeny linie pro rozlišení vedení kapalného dusíku a kyslíku. Tento postup editace vlastních značek a linií je nejvhodnějším řešením, který lze využít později při tvorbě tiskových stylů účelové mapy (viz kapitola 5.4). Toto rozdělení do datových struktur umožňuje další

využití, například k tvorbě databázových modelů apod. Datové struktury jsou definovány pomocí souboru s příponou XML, který lze libovolně editovat jako textový soubor, viz obr. 23. kde je názorná ukázka vytvoření vlastního symbolu pro orientační sloupek plynu. Filosofie dělení do struktur spočívá v tom, že lze tímto způsobem vytvářet a udržovat mapová díla a databázové modely pro různé typy zákazníků, kteří mají rozdílné požadavky na atributy a povolené prvky.

```
</gs:ETALON_ITEM>
<gs:ETALON_ITEM>
  <gs:cmdID>608</gs:cmdID>
  <gs:descr>A_SITUACE~buňky~ing.sítě~Orient.sloupek.plyn</gs:descr>
  <gs:table_name>SITU_M_GS</gs:table_name>
  <gs:attr>RC='Orientační sloupek plyn'</gs:attr>
  <gs:el_type>7</gs:el_type>
  <gs:layer>25</gs:layer>
  <gs:color_r>209</gs:color_r>
  <gs:color_g>199</gs:color_g>
  <gs:color_b>8</gs:color_b>
  <gs:fcolor_r>-1</gs:fcolor_r>
  <gs:fcolor_g>-1</gs:fcolor_g>
  <gs:fcolor_b>-1</gs:fcolor_b>
  <gs:weight>0</gs:weight>
  <gs:style>0</gs:style>
  <gs:cell_name>05</gs:cell_name>
  <gs:cell_scale>1</gs:cell_scale>
  <gs:dyn_column />
  <gs:tx_font>-1</gs:tx_font>
  <gs:tx_height>-1</gs:tx_height>
  <gs:tx_width>-1</gs:tx_width>
  <gs:tx_just>-1</gs:tx_just>
  <gs:tx_angle>0</gs:tx_angle>
  <gs:commands />
  <gs:tx_sel_table />
  <gs:tx_select_stmt />
  <gs:tx_ref_column />
  <gs:placement_method>0</gs:placement_method>
  <gs:color_tab>49</gs:color_tab>
  <gs:hatch_style />
  <gs:hcolor_r>-1</gs:hcolor_r>
  <gs:hcolor_g>-1</gs:hcolor_g>
  <gs:hcolor_b>-1</gs:hcolor_b>
  <gs:tx_font_name />
  <gs:use_tx_font_style>False</gs:use_tx_font_style>
  <gs:tx_font_style>0</gs:tx_font_style>
  <gs:color_a>255</gs:color_a>
  <gs:fcolor_a>255</gs:fcolor_a>
  <gs:hcolor_a>255</gs:hcolor_a>
  <gs:ustyle_scale>-1</gs:ustyle_scale>
</gs:ETALON_ITEM>
<gs:ETALON_ITEM>
```

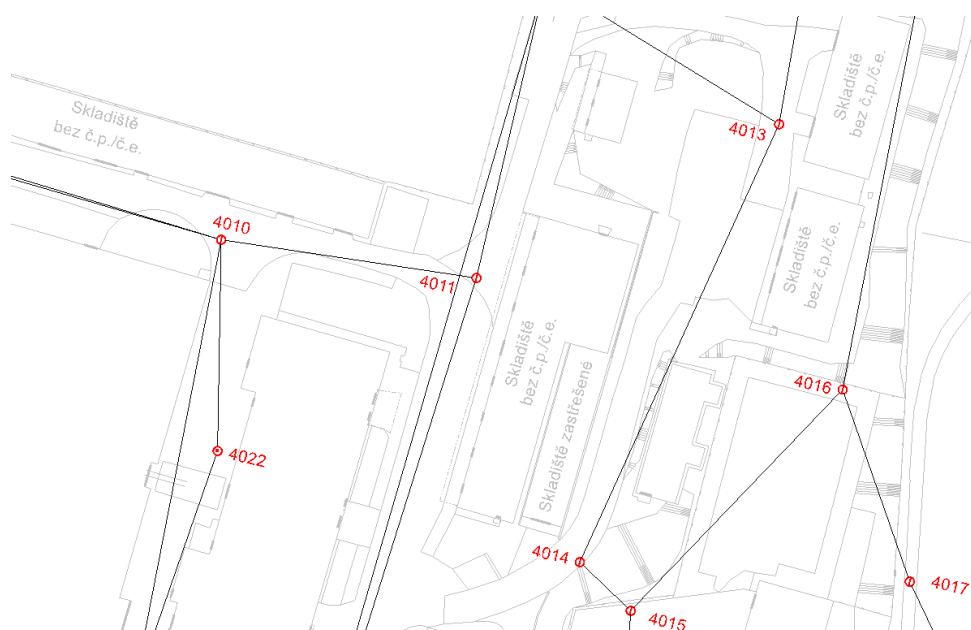
*Obr. 23 Ukázka definice mapové značky
v textovém souboru*

Výškopis je v účelové mapě uveden formou výškových kót a terénních hran se znázorněním terénních výškových šraf. Vrstevnicové zobrazení výškopisu bylo v tomto případě nevhodné, poněvadž se z valné části jedná o zpevněný povrch, a proto nebyly, až na výjimky, výškové kóty redukovány. V mapě jsou také uvedeny relativní výšky povrchových sítí, jako jsou plynovody a jiné produktovody sloužící k provozním účelům areálu. Některé prvky nad povrchem kříží dopravní infrastrukturu, přičemž v těchto případech byla v mapě uvedena i podjezdová výška, která je přínosnou informací při dopravě materiálů. Relativní výšky jsou uváděny i u zastřešení vjezdů, vstupů do jednotlivých budov a výrazných změn výšek terénu.

5.2 Vyhotovení náčrtu měřické sítě

V modulu GeoStoreV6®-GP byl vyhotoven přehledný náčrt pomocné měřické sítě v rámci severní části areálu Metra. Modul GP byl pro tvorbu náčrtu zvolen, poněvadž na rozdíl od modulu IG obsahuje datovou strukturu pro tvorbu měřických náčrtů. Náčrt, viz příloha č.3, byl vytvořen na podkladě významných polohopisných prvků účelové mapy s potlačenou barevností za účelem zvýraznění vazeb v síti.

V náčrtu jsou znázorněny pomocné měřické body, rozdělené podle metody jejich vzniku a také spojnice zobrazující měřené délky a směry mezi jednotlivými body (viz obr. 24). Na závěr byly doplněny informace o daném území, posledním použitým čísle pomocného měřického bodu, vysvětlivky, měřítko a orientace k severu.



Obr. 24 Výřez přehledného náčrtu pomocné měřické sítě

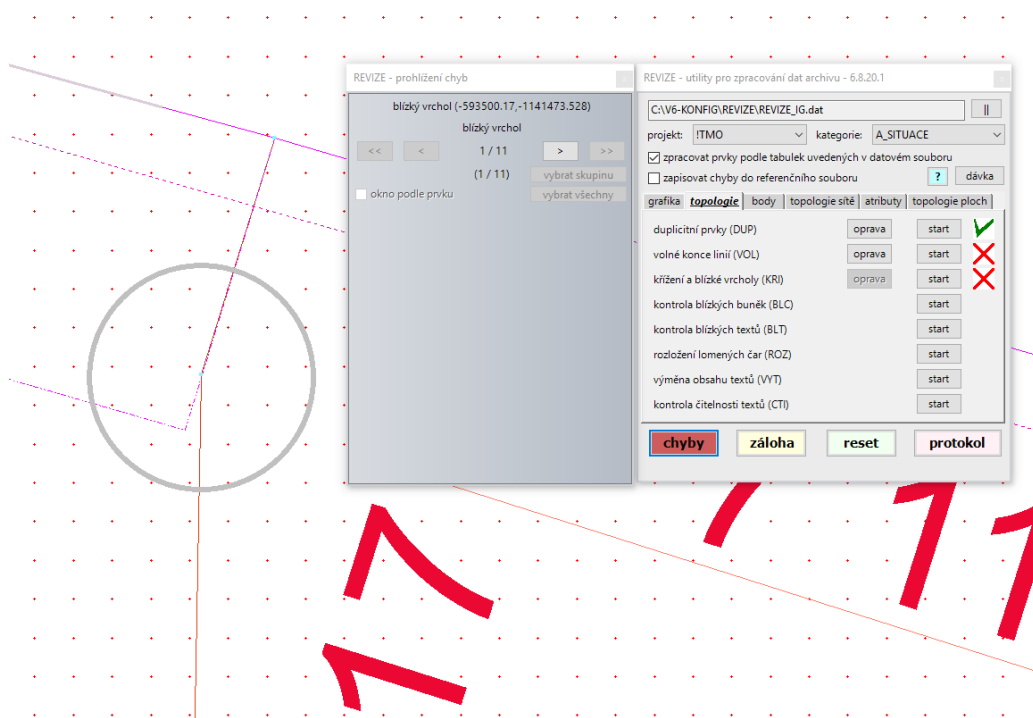
5.3 Revize účelové mapy

Nedílnou součástí tvorby mapy je provedení topologických a atributových kontrol kresby. GeoStoreV6® pro tyto účely využívá funkce *Revize*, který je nástrojem ke kontrole obsahu ve výkresu. *Revize* umožňuje několik typů kontrol, které jsou rozděleny do několika kategorií. Obdobně jako u datových struktur používaných při kresbě pracuje tato funkce na základě předem definovaných souborů, přičemž pro každý typ kontroly je definován vlastní soubor. Pro potřeby uživatele je možné tyto soubory libovolně editovat tak, aby vyhovovaly požadované kontrole.

Pro účely této práce byly provedeny kontroly v rámci jednotlivých datových struktur, přičemž v datové struktuře pro kresbu plynovodů, produktovodů a kanalizace byly provedeny pouze kontroly topologie, poněvadž slouží primárně pro použití

v technických a jiných účelových mapách např. pro dodavatele plynu, elektrické energie nebo telekomunikačních služeb, které mají vlastní požadavky na atributy zobrazovaných prvků v mapě.

Revize nabízí také možnost provedení kontroly a opravy dávkou. Tímto způsobem lze provést kompletní kontrolu výkresu a chyby v kresbě jsou poté opraveny automaticky. Z důvodu nevyžadovaných automatických oprav prvků výkresu, byla raději zvolena možnost postupných dílčích kontrol a to kontrola grafiky, topologie, bodů a atributů. Podobně jako v jiných softwarech typu CAD, lze i v GeoStoreV6® postupně lokalizovat chyby a provést manuální nebo automatickou opravu jednotlivých chybných prvků (viz obr. 25).



Obr. 25 Ukázka funkce revize s vyznačením chybného prvku

5.4 Výstup účelové mapy

Posledními kroky pro vyhotovení účelové mapy byly úprava zobrazení jednotlivých typů prvků pro tisk, vložení mapové legendy, vykreslení souřadnicových křížků, tvorba kladu mapových listů a podložení účelové mapy katastrální mapou pro potřeby objednatele.

GeoStoreV6® obsahuje aplikaci *ADisplay*, která slouží k resymbolizaci grafických prvků (viz obr. 26). *ADisplay* provádí pouze změnu vzhledu, s jakým jsou prvky na mapě zobrazeny např. pro tisk, a nevytváří tak fyzickou změnu samotných

Displej pro archiv - 6.8.4.1 C:\V6-KONFIG\Adisplej\3D\TaskDp.xml

☐ načtení z výběru nastavení symbolologie pro 1. stupeň

☒ 1. stupeň zdroj: ☐ kontrolovat entita: ☐ kontrolovat atribut:

☐ 2. stupeň C:\Users\Roman\Documents\ \ bez tabulky RC

hodnota	V	D	L	Zo	barva	T	styl	F
Linie opěr.zdi vzor NP	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie opěr.zdi vzor VN	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie opěr.zdi vzor VP	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie pris_el NN	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie pris_el NP	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie pris_el VN	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie pris_el VP	+	+	-	0	-	-	-	-
Linie pris_neroz. NN	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie pris_neroz. NP	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie pris_neroz. VN	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie pris_neroz. VP	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie roz.zpev.ploch NN	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie roz.zpev.ploch NP	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie roz.zpev.ploch VN	+	+	-	0	+	-	-	-
Linie roz.zpev.ploch VP	+	+	-	0	+	-	-	-

I barva: tloušťka: styl: 0 - výplň: ☐ ☐ Zo: ☐ ☒ ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ ☐

V 0 - Bez vzorování

aplikaci lze rovněž vytvářet uživatelské nastavení resymbolizace do souboru. Je možné libovolně editovat a přidávat do seznamu i vlastní vytvořené symboly. Tyto symboly byly doplněny v datových strukturách. Toho bylo využito při vlastním nastavení orientačních sloupků na plynové a vodovodní nebo rozdělení produktovodů pomocí barevného odlišení. Přestože byly vlastní značky a linie definovány v rámci datové struktury, je potřeba o tyto prvky doplnit také soubor pro tisk (viz obr. 27), aby bylo možné je ve funkci *ADisplay* zobrazit a ve výstupu napě následně rozlišit nastavením atributů pro tisk. Dalšími využitými nastaveními při přípravě na tisk byly styly a tloušťky čar, viditelnost a zorder, jako nastavení pro prioritu prvků. Tiskové styly lze například nastavit i do vrstev, což umožňuje správné zobrazení prvků v softwarech jako Microstation nebo AutoCAD.

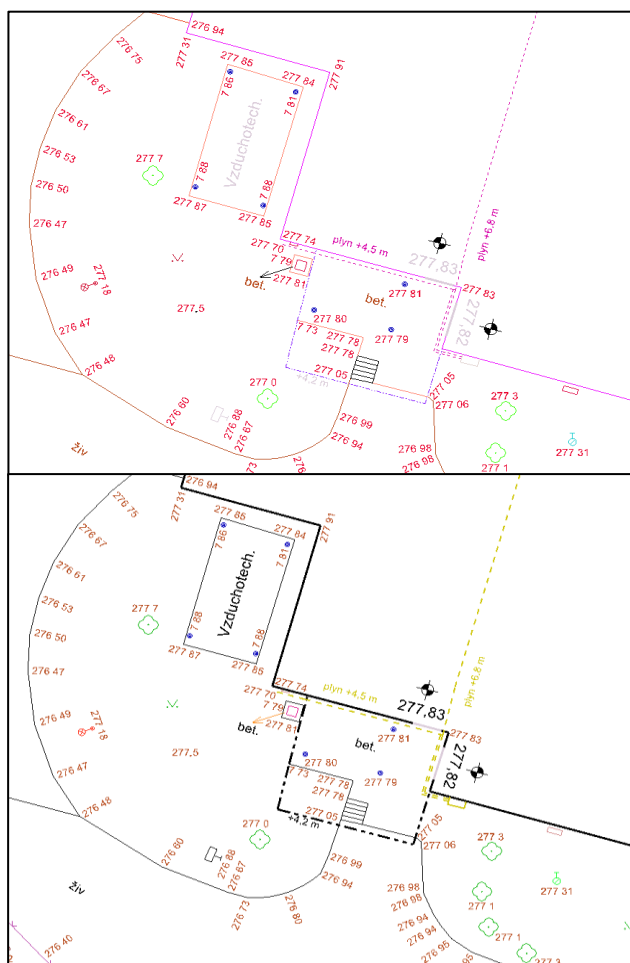
TiskDP.xml – Poznámkový blok

Soubor Úpravy Formát Zobrazení Nápoředa

```
HATCHCOLOR="0" HATCHSTYLE="53" HATCHTEXTURE="" DISPLAY="True" LOCK="False" VISIBLE="True" ZORDER="0"
/>
<VALUES VALUE="PRODU_trasa nerozliš. dokum. nadz." X_COLOR="True" COLOR="-15461953"
X_WEIGHT="True" WEIGHT="2" X_STYLE="False" STYLE="0" X_FILLCOLOR="False" FILLCOLOR="0"
HATCHCOLOR="0" HATCHSTYLE="53" HATCHTEXTURE="" DISPLAY="True" LOCK="False" VISIBLE="True" ZORDER="0"
/>
<VALUES VALUE="PRODU_trasa nerozliš. dokum. podz." X_COLOR="True" COLOR="-15461953"
X_WEIGHT="True" WEIGHT="2" X_STYLE="False" STYLE="0" X_FILLCOLOR="False" FILLCOLOR="0"
HATCHCOLOR="0" HATCHSTYLE="53" HATCHTEXTURE="" DISPLAY="True" LOCK="False" VISIBLE="True" ZORDER="0"
/>
<VALUES VALUE="PRODU_trasa nerozliš. měřená nadz." X_COLOR="True" COLOR="-15461953"
X_WEIGHT="True" WEIGHT="2" X_STYLE="False" STYLE="0" X_FILLCOLOR="False" FILLCOLOR="0"
HATCHCOLOR="0" HATCHSTYLE="53" HATCHTEXTURE="" DISPLAY="True" LOCK="False" VISIBLE="True" ZORDER="0"
/>
<VALUES VALUE="Linie kapalný kyslík" X_COLOR="True" COLOR="-15355672" X_WEIGHT="True" WEIGHT="1"
X_STYLE="False" STYLE="0" X_FILLCOLOR="False" FILLCOLOR="0" HATCHCOLOR="0" HATCHSTYLE="53"
HATCHTEXTURE="" DISPLAY="True" LOCK="False" VISIBLE="True" ZORDER="0" />
<VALUES VALUE="Linie kapalný dusík" X_COLOR="True" COLOR="-16009205" X_WEIGHT="True" WEIGHT="1"
X_STYLE="False" STYLE="0" X_FILLCOLOR="False" FILLCOLOR="0" HATCHCOLOR="0" HATCHSTYLE="53"
HATCHTEXTURE="" DISPLAY="True" LOCK="False" VISIBLE="True" ZORDER="0" />
<VALUES VALUE="PRODU_trasa nerozliš. měřená podz.odkr." X_COLOR="True" COLOR="-15461953"
X_WEIGHT="True" WEIGHT="2" X_STYLE="False" STYLE="0" X_FILLCOLOR="False" FILLCOLOR="0"
HATCHCOLOR="0" HATCHSTYLE="53" HATCHTEXTURE="" DISPLAY="True" LOCK="False" VISIBLE="True" ZORDER="0"
/>
```

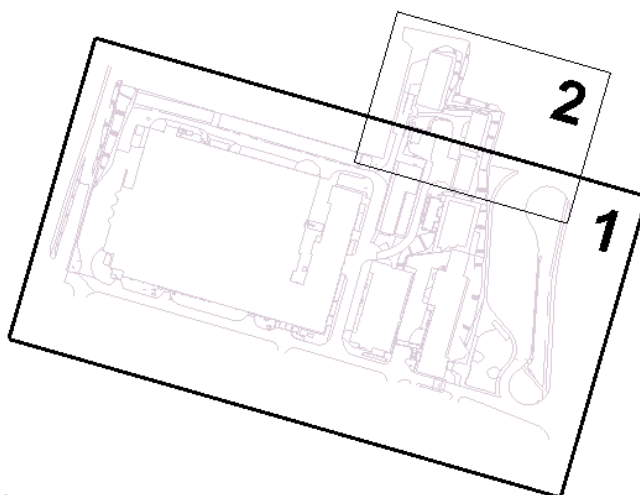
Obr. 27 Editace vlastních linií v XML souboru pro vytvoření tiskového stylu

Na obr. 28 je názorná ukázka rozdílu mezi zobrazením jednotlivých prvků při kresbě a zobrazením při aktivní funkci *ADisplay*, ve kterém už byla definována výsledná podoba pro tisk.



Obr. 28 Rozdíl zobrazení před/po aktivaci *ADisplay*

V této fázi již byla účelová mapa připravena k závěrečnému rozložení na tisk a k doplnění údajů mimorámových údajů. Rozložení na tisk byl proveden pomocí nástroje pro tvorbu tiskových výstupů, kterým je *GSAtlas*. Ten umožňuje nastavení požadovaného formátu pro tisk výsledné mapy v požadovaném měřítku a tvorbu kladu mapových listů. *GSAtlas* je schopný generovat nadefinovaný mapový rám ve formátu XML. V diplomové práci bylo využito mapového rámu s popisovou tabulkou užívanou na Fakultě stavební VUT v Brně, který poskytl Ing. Pavel Cimpl. Pro značný rozměr výsledné mapy byl zvolen tisk na papír o rozměru 1540x841 mm, což odpovídá formátu A0 orientovaným na šířku ve formě prodlouženého pásu. Vzhledem k tomu, že severovýchodní část lokality by nebylo možné tímto způsobem pokrýt, je tato část tištěna zvlášť ve formátu A2. Z tohoto důvodu byl vytvořen klad mapových listů (viz obr. 29). Účelová mapa v tištěné formě je přílohou č.1 a 2.



Obr. 29 Rozložení mapy na tisk ve dvou mapových listech

Modul *Techline*, který byla podrobněji popsán v kapitole 5.1 umožnila automatické vygenerování hektometrických souřadnicových křížků včetně přiřazení souřadnic. Vyhotovení mapové legendy bylo provedeno ve funkci *Project Draw*, přičemž byla vygenerována automaticky, což je další výhodou kresby v předem definovaných datových strukturách.

Účelová mapa v digitální formě je uložena ve formátu WKB (Well-Known Binary) v příloze č. 4.7, se kterým GeoStoreV6[®] primárně pracuje. Tento formát byl vytvořen pro reprezentaci geografických a geometrických dat a je běžně užíván k přenosu a ukládání informací do databází. [18] Mapu je možné exportovat také do formátu DGN.

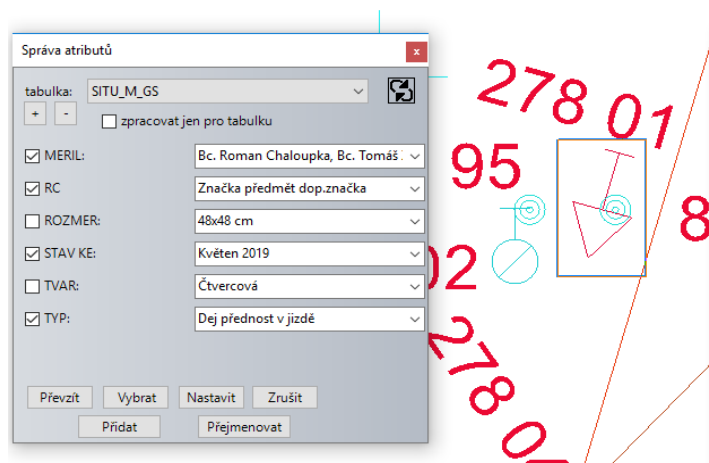
Na závěr bylo provedeno podložení účelové mapy katastrální mapou, kterou může zadavatel využít k orientaci vzhledem k majetkoprávním vztahům (viz příloha č. 4.7)

6. PŘIPOJENÍ POPISNÝCH INFORMACÍ

Výhodou programu GeoStoreV6[®] je jeho možnost pracovat i jako GIS software. Na základě vytvořené účelové mapy lze jednotlivým prvkům přidávat libovolné informace, které mají využití při tvorbě složitějších databázových modelů, jenž mohou být základem pro interpretaci ve veřejné sféře formou např. zobrazení v mapovém aplikačním serveru Marushka[®]. Pro účely této práce však bude pouze vytvořen návrh připojení popisných informací některým prvkům v mapě, které mohou být pro tvorbu těchto databází užitečné. V této kapitole bude popsáno vytvoření popisných informací a jejich následná interpretace za použití aplikace Google Earth Pro.

Přiřazení libovolné informace prvkům funguje na principu definování nových atributů. Toho lze docílit pomocí nástroje pro správu atributů. Každý vykreslený prvek v mapě už automaticky nese informaci, o co se ve skutečnosti jedná, protože si tento atribut nese již z předem definované datové struktury, ze které byl vykreslen.

Nejprve bylo potřeba navrhnout, které doplňující informace mohou objednatelé zajímat, a které jsou z terénu vyšetřeny. Vhodnou informací pro všechny prvky ve výsledné mapě je stav, ke kterému roku a měsíci v účelové mapě tyto prvky platí a také kdo provedl měření. Poté byly vytvořeny další údaje, které jsou však už specifické pro odlišné typy objektů. Jako příklad lze uvést dopravní značení v areálu, ke kterému byl přiřazen atribut, o jaký typ značky se v reálu jedná např. Dej přednost v jízdě (viz obr. 30).



Obr. 30 Ukázka přiřazení popisných informací k dopravní značce

Připojené popisné informace prvků je možné nadále exportovat do databází, ve kterých lze následně provádět jejich správu. GeoStoreV6[®] je kompatibilní s některými komerčními SQL databázemi jako jsou například ORACLE nebo MS SQL Server. [19]

Tvorba databázového modelu je však časově a objemově velmi náročná a pro účely této práce byla zvolena interpretace popisných informací v účelové mapě za využití exportu do formátu KML, který je schopný tyto atributy nést, a který je běžně užívaný v mapových aplikacích. Pro interpretaci popisných informací jednotlivých prvků v mapě byla použita aplikace Google Earth Pro, která je volně dostupná ke stažení.

Po spuštění aplikace Google Earth Pro lze jednoduchým přetažením vložit do mapy soubor KML. Aplikace poté automaticky vygeneruje pohled na měřenou lokalitu a zobrazí všechny prvky účelové mapy. Po zobrazení účelové mapy na podkladě satelitních snímků v aplikaci lze kterýkoliv prvek vybrat poklepnutím a následně se zobrazí tabulka s popisnými informacemi, které byly v GeoStoreV6[®] připojeny. Soubory KML jsou k dispozici v příloze č. 4.8. Názornou ukázkou výběru dopravní značky se zobrazením tabulky popisných informací je možné vidět na obr. 31.



Obr. 31 Ukázka zobrazení popisných informací v aplikaci Google Earth Pro

7. ZÁVĚR

V diplomové práci jsou jednotlivě popsány práce vedoucí k výslednému výstupu ve formě účelové mapy s připojenými popisnými informacemi k jednotlivým prvkům. Základem pro podrobné zaměření lokality bylo vytvoření měřické sítě, která byla připojena do závazných referenčního systému na území ČR. Polohové připojení měřické sítě do souřadnicového systému S-JTSK bylo provedeno pomocí technologie GNSS, výškové připojení pak metodou technické nivelace s připojením na výškové bodové pole. Při podrobném měření byla primárně využita polární metoda, přičemž v některých případech byly podrobné body zaměřeny metodou konstrukčních oměrných a metodou ortogonální. Body měřické sítě, na kterých nebylo možné provést družicové měření byly určeny metodou rajónu.

Zaměření lokality probíhalo v období od září roku 2018 do ledna roku 2019 se závěrečnou rekognoskací a kontrolním měření v květnu roku 2019. Celkem bylo změřeno, v rámci severní části areálu Metra, přibližně 2500 podrobných bodů terestricky a 300 bodů metodou GNSS. Objektem zájmu bylo měření povrchové situace. Kontrolní měření zahrnuje 116 podrobných bodů rovnoměrně rozložených v celé zájmové oblasti. Při měření byl dodržen postup dle Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod za současného dodržení předpisů uvedených vyhláškou č.31/1995 Sb.

Výpočetní práce po dokončení prací měřických zahrnovalo vyrovnaní polohových a výškových souřadnic bodů měřické sítě a výpočet souřadnic podrobných bodů. Souřadnice bodů měřické sítě byly vyrovnány v programu G-Net. Výpočet podrobných bodů byl proveden v programu GeoStoreV6[®]. Testování přesnosti bylo provedeno dle normy ČSN 01 3410, přičemž všechny kontrolně měřené podrobné body splnily kritérium pro 3. třídu přesnosti.

Tvorba účelové mapy a přehledného náčrtu pomocné měřické sítě byla realizována v programu GeoStoreV6[®]. Účelová mapa je vyhotovena v měřítku 1:250 a přehledný náčrt v měřítku 1:1000. Na závěr byly k prvkům v mapě připojeny popisné informace a ukázka interpretace v aplikaci Google Earth.

Součástí tištěných příloh diplomové práce je přehledný náčrt měřické sítě ve formátu A3 a účelová mapa na dvou mapových listech, kde první list je v prodlouženém formátu A0 a druhý ve standardním formátu A2. V příloze CD jsou kromě účelové mapy, a měřického náčrtu také zápisníky, protokoly o výpočtech, seznamy souřadnic, protokoly o testování přesnosti a ukázkové KML soubory.

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Blansko – Blanenský deník. Blanenský deník [online]. Copyright © [cit. 01.04.2019]. Dostupné z: <https://blanensky.denik.cz/mikroregion/blansko.html>
- [2] Areal Metra a.s. [online]. [cit. 01.04.2019] Dostupné z: <http://arealmetra.cz/#onas>
- [3] SOUKUP, František. *Výuka v terénu I*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2004.
- [4] ČSN 01 3410: *Mapy velkých měřítek - Základní a účelové mapy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [5] Výsledky. Popis sítě [online]. [cit.12.04.2019]
Dostupné z: http://czepos.cuzk.cz/_vysledky.aspx
- [6] GEOTRONICS PRAHA – Váš GEOSHOP [online]. Copyright © 2016 [cit.21.04.2019]. Dostupné z:
http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/DS_R4_CZ_GTR.pdf
- [7] Geoobchod.cz [online]. Copyright © [cit. 09.05.2019]. Dostupné z: https://www.geoobchod.cz/resources/products_documents/1382085131_trimble6gnss_cz.pdf
- [8] GEOTRONICS PRAHA - Váš GEOSHOP [online]. Copyright © 2016 [cit. 21.04.2019]. Dostupné z:
http://geotronics.cz/wp-content/uploads/2016/05/022543-155J-CZE_TrimbleM3_DS_A4_0414_LR-00000002.pdf
- [9] NEDO. Nedo Builders' Levels F-Series [online]. [cit.21.04.2019]
Dostupné z:
<http://www.nedo.com/index.pl?Lang=ENGLISH&Page=products/nivelliere/nivelliere.html>
- [10] ABOS.sk - Elektrické a ručné náradie [online]. [cit.22.04.2019] Dostupné z: https://www.abos.sk/fotky29589/fotov/_ps_2655navod-nivelacni-pristroje.pdf
- [11] ŠVÁBENSKÝ, Otakar, Alexej VITULA a Jiří BUREŠ. *Inženýrská geodézie II: Analýza přesnosti vytyčení polohy*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2007.
- [12] Metoda konstrukčních oměrných [online]. [cit.24.04.2019]
Dostupné z: <http://old.gis.zcu.cz/studium/gen1/html-old/ch07.html>
- [13] Slovník VÚGTK. VÚGTK, v.v.i. [online]. Copyright © 2005 [cit. 30.04.2019].

Dostupné z:

https://www.vugtk.cz/slovník/termin.php?jazykova_verze=&tid=4384&l=vyrovnavaci-pocet--vyrovnani

[14] Ing. Svatopluk Sedláček, poskytování softwaru [online]. [cit. 30.04.2019]

Dostupné z: <https://www.gview.cz/gview.htm>

[15] Geovap. Geovap [online]. Copyright © 2001 [cit. 30.04.2019]. Dostupné z:

<https://www.geovap.cz/sekce/o-nas/3/>

[16] GeoStoreV6[®]. 3D Cloud [online]. Copyright © [cit. 30.04.2019]. Dostupné z:

<https://www.cesko3d.cz/v6/index.html>

[17] GEOVAP. *Uživatelská příručka ADISPLEJ: Verze 6.7.9.1*. 2017.

[18] Well-Known Binary (WKB) Format - MariaDB Knowledge Base. MariaDB | Open Source Database (RDBMS) for the Enterprise [online]. Copyright © 2019 MariaDB. All rights reserved. [cit. 20.05.2019]. Dostupné z: <https://mariadb.com/kb/en/library/well-known-binary-wkb-format/>

[19] Geovap. Popis aplikace GeoStore V6 [online]. Copyright © [cit. 19.05.2019].

Dostupné z: <https://www.cesko3d.cz/v6/popis.html>

9. SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

9.1 Seznam obrázků

Obr. 1 Lokalizace areálu Metra (na mapě světle modře).....	9
Obr. 2 Znázornění zájmové lokality: celý areál-modře, severní část-červeně.....	10
Obr. 3 Vstupní brána do areálu Metra	10
Obr. 4 Součástí zaměření byly zejména povrchové sítě v areálu	11
Obr. 5 Některé objekty bylo nutné z důvodu bezpečnosti zaměřit s využitím bezhranolového režimu	11
Obr. 6 Trimble R4.....	13
Obr. 7 GNSS přijímač Trimble R6 s dotykovým ovladačem	14
Obr. 8 Totální stanice Trimble M3 na stativu.....	15
Obr. 9 Nivelační přístroj Nedo F24	16
Obr. 10 Nivelační přístroj GP 20B	16
Obr. 11 Stabilizace bodu sítě měřickým hřebem (foto T. Zubík).....	17
Obr. 12 Ukázka podrobného měření technologií GNSS.....	18
Obr. 13 Ukázka podrobného měření polární metodou	21
Obr. 14 Ukázka uživatelského rozhraní programu G-Net	23
Obr. 15 Ukázka možností nastavení v programu G-Net.....	24
Obr. 16 Ukázka prostředí programu GeoStore V6	26
Obr. 17 Ukázka nastavení zakázky a volby parametrů.....	27
Obr. 18 Ukázka možností záložek utility a výpočtů	28
Obr. 19 Ukázka modulu Techline.....	31
Obr. 20 Ukázka importovaných podrobných bodů.....	31
Obr. 21 Datová struktura linií a buněk ve funkci Project Draw	32
Obr. 22 Geodetické výpočty v modulu GP.....	33
Obr. 23 Ukázka definice mapové značky v textovém souboru	34
Obr. 24 Výřez přehledného náčrtu pomocné měřické sítě.....	35
Obr. 25 Ukázka funkce revize s vyznačením chybného prvku.....	36
Obr. 26 Ukázka aplikace ADisplay – nastavení atributů pro tisk.....	37
Obr. 27 Editace vlastních linií v XML souboru pro vytvoření tiskového stylu	38
Obr. 28 Rozdíl zobrazení před/po aktivaci ADisplay	38
Obr. 29 Rozložení mapy na tisk ve dvou mapových listech.....	39
Obr. 30 Ukázka přiřazení popisných informací k dopravní značce.....	40

Obr. 31 Ukázka zobrazení popisných informací v aplikaci Google Earth Pro.....	41
---	----

9.2 Seznam tabulek

Tab. 1 Kritéria přesnosti dle ČSN 01 3410.....	12
Tab. 2 Seznam kódů použitých při měření	19
Tab. 3 Souřadnice bodů měřické sítě použité pro severní část areálu	25

10. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
Bpv	Balt po vyrovnání
GNSS	Global Navigation Satellite System
GLONASS	Globalnaja navigacionnaja sputnikovaja sistěma
SBAS	Satellite Based Augmentation Systems
RTK	Real time kinematic

11. SEZNAM PŘÍLOH

1. Účelová mapa – list č.1
2. Účelová mapa – list č.2
3. Přehledný náčrt pomocné měřické sítě
4. CD
 - 4.1 Měření GNSS
 - 4.2 Zápisníky měření
 - 4.3 Výpočetní protokoly
 - 4.4 Seznamy souřadnic
 - 4.5 Testování přesnosti
 - 4.6 Přehledný náčrt pomocné měřické sítě
 - 4.7 Účelová mapa
 - 4.8 Soubory KML